

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **62235451 A**(43) Date of publication of application: **15.10.87**

(51) Int. Cl. **C22C 21/00**
H01L 21/88
H01L 29/46

(21) Application number: **61075532**(22) Date of filing: **03.04.86**(71) Applicant: **NIPPON MINING CO LTD**(72) Inventor: **SAWADA SUSUMU**
KANANO OSAMU

(54) **AL ALLOY FOR SEMICONDUCTOR WIRING**
MATERIAL

(57) Abstract:

PURPOSE: To obtain the titled Al alloy preventing the occurrence of electromigration, by specifying a composition consisting of alloying elements such as Cu, Cr, Co, Mn, Ni, Hf, Sn, In, Ta, Au, Ag, etc., Ti, B, and Al.

CONSTITUTION: An Al alloy for semiconductor wiring material has a composition consisting of, by weight, 0.0001W0.02% of one or more alloying elements among

Cu, Cr, Co, Mn, Ni, Hf, Sn, In, Ta, Au, Ag, etc., 0.002W0.5 Ti, 0.002W0.5% B, and the balance Al with inevitable impurities and further containing, if necessary, 0.5W1.5% Si. In the above Al alloy, the occurrences of voids and hillocks due to electromigration are prevented. The above Al alloy can be obtained by subjecting prescribed proportions of high-purity Al or Al-Si alloy, high-purity Ti, high-purity B, and the above alloying elements to melting and casting in the open air.

COPYRIGHT: (C)1987,JPO&Japio

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-235451

⑬ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和62年(1987)10月15日

C 22 C 21/00
H 01 L 21/88
29/46A-6411-4K
6708-5F
Z-7638-5F

審査請求 未請求 発明の数 2 (全5頁)

⑮ 発明の名称 半導体配線材料用A1合金

⑯ 特 願 昭61-75532

⑰ 出 願 昭61(1986)4月3日

⑱ 発 明 者 沢 田 進 北茨城市華川町白場187番地4 日本鉱業株式会社磯原工場内

⑲ 発 明 者 叶 野 治 北茨城市華川町白場187番地4 日本鉱業株式会社磯原工場内

⑳ 出 願 人 日本鉱業株式会社 東京都港区虎ノ門2丁目10番1号

㉑ 代 理 人 弁理士 並川 啓志

明 細 書

1. 発明の名称

半導体配線材料用A1合金

2. 特許請求の範囲

(1) Cu, Cr, Co, Mn, Ni, Hf, Sn, In, Ta, Au及びAgからなる群より選ばれた1種類又は2種類以上の合金元素を0.0001~0.02wt%, Ti 0.002~0.5wt%, B 0.002~0.5wt%, 残部Al及び不可避免的不純物からなる半導体配線材料用Al合金。

(2) Cu, Cr, Co, Mn, Ni, Hf, Sn, In, Ta, Au及びAgからなる群より選ばれた1種類又は2種類以上の合金元素を0.0001~0.02wt%, Ti 0.002~0.5wt%, B 0.002~0.5wt%, Si 0.5~1.5wt%, 残部Al及び不可避免的不純物からなる半導体配線材料用Al合金。

3. 発明の詳細な説明

【産業上の利用分野】

本発明はMOS型半導体の各電極の接続配線などに用いる半導体配線材料用アルミニウム合金に関する。

【従来の技術】

半導体集積回路は近年急速に発展し、その機能の拡大とともに、各構成素子間を電気的に相互接続する薄膜金属配線はさらに微細化、高密度化の傾向にある。

薄膜金属配線として現在Al蒸着膜が多く用いられている。これはAlが

(a) シリコンとのオーミック接触が容易に得られる。

(b) 真空蒸着で導電性の良い膜となる。

(c) シリコンの酸化膜(SiO₂)との密着性が良い。

(d) 化学的に安定でSiO₂と反応しない。

(e) フォトリソストによる加工が容易である。

(f) リードボンディング性が良い。

など総合的にみて有利であると考えられているからである。蒸着用 Al 合金としては通常 Al-1 wt% Si 合金が用いられている。

【発明が解決しようとする問題点】

一方、Al 配線膜の欠点としては、

(a) エレクトロマイグレーションを起こし電流密度が 10^4 A/cm^2 以上になると断線する。スパッタリングや真空蒸着の際に特に段差のあるところでは均一な厚さに成膜させることは難しく、第1図に示すように部分的に薄い所 3 ができるとその部分の電流密度が高くなるために上記のエレクトロマイグレーションが発生し、その部分から断線することがある。

(b) ヒロックと呼ばれる突起が発生し、近接配線間（多層配線間の場合は層間）での短絡を起こす。

などがある。

【問題点を解決するための手段】

エレクトロマイグレーションとは、高電流密度で Al 原子が電子と衝突することにより運動

いくつかあるが、母相への溶解度が大きい元素は Al 合金の電気抵抗を上げてしまうため使用できない。従って、本発明者らは合金元素について鋭意研究を重ねた結果、Ti 及び B は Al への固溶度がどちらも小さくまた Ti と B との金属間化合物である TiB₂ 粒子が粒界拡散抑止効果が大きく、さらに従来から知られているエレクトロマイグレーションの防止に効果のある金属元素である Cu, Cr, Co, Mn, Ni, Hf, Sn, In, Ta, Au 及び Ag からなる群より選ばれた 1 種類又は 2 種類以上の合金元素を少量添加すると粒界拡散抑止効果が一層大きくなり、エレクトロマイグレーション防止効果が高まることを見だし、この知見に基づいて本発明をなすに至った。

【発明の構成】

すなわち、本発明は、

(1) Cu, Cr, Co, Mn, Ni, Hf, Sn, In, Ta, Au 及び Ag からなる群より選ばれた 1 種類又は 2 種類以上の合金元素を 0.0

エネルギーを得て電子の動く方向に移動するために、Al 原子の移動した跡に原子空孔（ボイド）が発生し、この結果配線の断面積が減少し電流密度がさらに大きくなり、ジュール熱などによる温度上昇が生じて、ボイドの成長がますます加速され、ついには断線に至る現象である。この Al 原子の移動は通常 Al の結晶粒界を伝わる粒界拡散によって起こり粒界を何らかの析出物でふさいでしまえば粒界拡散が起こり難くなりエレクトロマイグレーションによるボイドの発生及び成長を防止することができる。

次にヒロックは上記エレクトロマイグレーションにより移動した Al 原子が表面へ突起するものである。これを防ぐにはボイドと同様、粒界を何らかの析出物でふさいで粒界拡散が起こり難くすることが有効である。

以上のようにエレクトロマイグレーションによるボイドやヒロックを防ぐには粒界に何らかの元素を析出させて粒界拡散を抑制することが有効と考えられる。粒界への析出を起こす合金元素は

0.01~0.02 wt%, Ti 0.002~0.5 wt%, B 0.002~0.5 wt%, 残部 Al 及び不可避免的不純物からなる半導体配線材料用 Al 合金 及び

(2) Cu, Cr, Co, Mn, Ni, Hf, Sn, In, Ta, Au 及び Ag からなる群より選ばれた 1 種類又は 2 種類以上の合金元素を 0.001~0.02 wt%, Ti 0.002~0.5 wt%, B 0.002~0.5 wt%, Si 0.5~1.5 wt%, 残部 Al 及び不可避免的不純物からなる半導体配線材料用 Al 合金を提供する。

【発明の効果】

本発明の Al 合金はエレクトロマイグレーションの防止、ヒロックの形成の防止に有効であり、半導体集積回路の配線材料として極めて優れた材料である。

【発明の具体的説明】

本発明の合金はスパッタリングまたは真空蒸着により半導体装置の配線材料として用いられる。

本発明の合金組成のTi及びBの添加量が0.002wt%未満の場合は前記配線材料であるAl又はAl-Si合金に完全に固溶してしまいTiB₂が析出せず、また0.5wt%を超えると配線の電気抵抗が大きくなり好ましくないので添加量をTi 0.002~0.5wt%、B 0.002~0.5wt%とする。またCu、Cr、Co、Mn、Ni、Hf、Sn、In、Ta、Au及びAgからなる群より選ばれた1種類又は2種類以上の合金元素Meの添加量が0.0001wt%未満の場合は全くエレクトロマイグレーションの防止に効果がなく、0.02wt%を超えると配線の電気抵抗が大きくなり好ましくないので添加量を0.0001~0.02wt%とする。さらに好ましくは本発明のAl-Ti-B-Me合金にSiを添加して半導体SiとAlの相互拡散を抑制することができる。Siの添加量が0.5%未満の場合はAl-Siコンタクト部でのSiとAlの相互拡散の防止効果が小さく、又、1.5wt%を超えると配線の電気抵抗が大き

く、マイグレーションの防止に効果のある合金元素Meの効果と相まって、エレクトロマイグレーションによるボイドやヒロック形成の防止に極めて有効に作用する。なお、鑄造材のかわりに鑄造後所定の形状に加工しそれをさらに熱処理してスパッタリング又は真空蒸着材とすることもできる。この場合熱処理によって再結晶化するとTiB₂が析出して核効果により結晶が微細化し、スパッタリング又は真空蒸着材の組織の均一性が向上する。これによって薄膜の均一性を向上させることもできる。次に実施例について説明する。

【実施例】

高純度(99.999wt%)Al又は高純度Al-Si合金、エレクトロンビーム溶解により精製した高純度(99.999wt%)Ti、高純度(99.95wt%)の結晶B及びCu、Cr、Co、Mn、Ni、Hf、Sn、In、Ta、Au、Agからなる群より選ばれた1種類又は2種類以上の高純度金属Meを第1表に示す組成に調整した後、高純度アルミナるつぼ内へ装入

なり好ましくないので添加量を0.5~1.5wt%とする。以上の半導体配線材料用アルミニウム合金は通常高純度(99.999wt%)Al或いは高純度(99.999wt%)Siを溶解したAl-Si合金にエレクトロンビーム溶解等により精製した高純度(99.999wt%)Tiと高純度(99.95wt%)の結晶BとCu、Cr、Co、Mn、Ni、Hf、Sn、In、Ta、Au及びAgからなる群より選ばれた1種類又は2種類以上の高純度金属Meを大気中で溶解鑄造し、次にこの鑄造材をそのまま機械加工して真空蒸着材又はスパッタリング用ターゲット板とすることができる。このようにして作成されたターゲット板は上記の鑄造の際にTi、Bの一部がTiB₂となって、このTiB₂が核効果を起こし、鑄造組織を微細化するとともに鑄造材に残存するTi、Bが多いためにスパッタリング又は真空蒸着による薄膜の均一性に非常に優れており、さらにまた、この薄膜において前記のTi、BがTiB₂となって結晶粒界に析出し、エレクトロ

抵抗加熱炉で大気中で溶解した。溶解後、所定の鑄型へ鑄造した。鑄造材はそのまま機械加工により切削、研磨して所定の形状にしスパッタリング用ターゲット板とした。

上記ターゲット板を用いてシリコン基板上に幅6ミクロン、長さ380ミクロンのスパッタリング蒸着膜を形成した。この薄膜の特性を調べるために温度175℃で連続して電流密度 $1 \times 10^{-4} \text{ A/cm}^2$ の電流を流した。その時の平均の故障発生に至る時間(平均故障時間)を第1表に示す。同じく第1表には比較例として純Al、Al-Cu合金及びAl-Cu-Si合金についての試験結果も示す。

この第1表から明らかなように従来の純Al、Al-Cu合金及びAl-Cu-Si合金に比較して、本発明のAl-Ti-B-Me合金及びAl-Si-Ti-B-Me合金による蒸着配線膜の高温、連続通電下における平均故障時間は大幅に改善され、Al-Cu-Si合金の2倍以上となっている。このように本発明のAl-Ti-B

-Mo合金及びAl-Si-Ti-B-Mo合金
はエレクトロマイグレーションによるボイドやヒ
ロックの形成の防止に有効であり、半導体集積回
路用配線材料として極めて優れた材料であること
がわかる。

以下余白

第 1 表

実施例	合 金 組 成 (wt%)															平均故障時間 (Hr)
	Al	Si	Ti	B	Cu	Cr	Co	Mn	Ni	Hf	Sn	In	Ta	Au	Ag	
1	残	—	0.01	0.01	0.005	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9×10^3
2	—	—	0.01	0.1	—	0.005	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9×10^3
3	—	—	0.01	0.4	—	—	0.005	—	—	—	—	—	—	—	—	8×10^3
4	—	—	0.1	0.01	—	—	—	0.005	—	—	—	—	—	—	—	8×10^3
5	—	—	0.1	0.1	—	—	—	—	0.005	—	—	—	—	—	—	11×10^3
6	—	—	0.1	0.4	—	—	—	—	—	0.005	—	—	—	—	—	11×10^3
7	—	—	0.4	0.01	—	—	—	—	—	—	0.005	—	—	—	—	9×10^3
8	—	—	0.4	0.1	—	—	—	—	—	—	—	0.005	—	—	—	11×10^3
9	—	—	0.4	0.4	—	—	—	—	—	—	—	—	0.005	—	—	11×10^3
10	—	0.8	0.01	0.01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.005	—	10×10^3
11	—	0.8	0.01	0.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.005	10×10^3
12	—	0.8	0.01	0.4	0.002	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10×10^3
13	—	0.8	0.1	0.01	—	0.002	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10×10^3
14	—	1.0	0.1	0.1	—	—	0.002	—	—	—	—	—	—	—	—	12×10^3
15	—	1.0	0.1	0.4	—	—	—	0.002	—	—	—	—	—	—	—	12×10^3
16	—	1.0	0.4	0.01	—	—	—	—	0.002	—	—	—	—	—	—	10×10^3
17	—	1.2	0.4	0.1	—	—	—	—	—	0.002	—	—	—	—	—	13×10^3
18	—	1.2	0.4	0.4	—	—	—	—	—	—	0.002	—	—	—	—	13×10^3
19	—	1.0	0.1	0.1	—	—	—	—	—	—	—	0.002	—	—	—	12×10^3
20	—	1.0	0.1	0.1	—	—	—	—	—	—	—	—	0.002	—	—	12×10^3
21	—	1.0	0.1	0.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.002	—	12×10^3
22	—	1.0	0.1	0.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.002	12×10^3
23	—	1.0	0.1	0.1	0.002	—	—	—	0.002	—	—	—	—	—	—	12×10^3
24	—	1.0	0.1	0.1	—	—	0.002	—	0.002	—	—	—	—	—	—	12×10^3
25	—	1.0	0.1	0.1	—	—	—	—	—	—	0.002	0.002	—	—	—	12×10^3
26	—	1.0	0.1	0.1	—	0.002	—	0.002	—	—	—	—	—	0.002	—	12×10^3
27	—	1.0	0.1	0.1	—	—	—	—	—	0.002	—	—	0.002	—	0.002	12×10^3
比較例 1	残	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.5×10^3
2	—	—	—	—	2.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2×10^3
3	—	1.0	—	—	2.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4×10^3

4. 図面の簡単な説明

第1図はシリコン基板上にAl配線膜を蒸着した部分の断面図である。

1: シリコン基板

2: Al配線膜

特許出願人 日本鋳業株式会社

代理人 弁理士(7569)並川啓志

第1図

